

**MATRIX OPTICAL SWITCH**

Patent Number: JP2001296486  
Publication date: 2001-10-26  
Inventor(s): YANAGISAWA TSUNEO; SUGAMATA TORU; SAKAMOTO TOSHIHIRO; TAKEMURA YASUHIRO  
Applicant(s): SUMITOMO OSAKA CEMENT CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP2001296486  
Application Number: JP20000111795 20000413  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02B26/08; B81B1/00  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a matrix optical switch for micromachine having a good response and long service life.

**SOLUTION:** The matrix optical switch consists of a package 32 formed of a top cover 11a having a plurality of notches for forming an input port or an output port and a main body part 12a while holding the outer peripheral surface of an optical fiber end at a peripheral part, and a reflecting mechanism 16. The top cover 11a, main body part 12a, peripheral edge of the end of input side optical fibers 20a-20d, and peripheral edge of the end of output side optical fibers 22a-22h are sealed by a sealing compound 14, and thus a package 32 whose inside is sealed under vacuum is formed.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部から入力されたレーザ光束を入力光路に導く少なくとも1つの入力ポートと、前記入力光路を伝播するレーザ光束を反射或いは通過させて出力光路に導く選択的反射手段と、前記選択的反射手段により反射或いは通過されたレーザ光束が伝播する出力光路の終端に設けられた出力ポートと、を備え、少なくとも前記入力光路、前記選択的反射手段、及び、前記出力光路を、筐体内部が真空で、かつ、密閉した筐体の内部に設けたことを特徴とする請求項1に記載のマトリクス光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マトリクス光スイッチにかかり、特に、マイクロマシンに用いられるマトリクス光スイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、複数行の入力光路と複数列の出力光路との交差点位置の各々に反射ミラーを設け、制御部からの制御信号に基づいて選択された出力光路との交差点位置の反射ミラーにより入力光路からの光を反射して、選択された出力光路に導く構成のマトリクス光スイッチが知られている。

【0003】例えば、特開平5-134195号公報には、図5に示すように、アクチュエータ50により反射角度を維持した状態で上下動される反射ミラー52が入力光路と出力光路との交差点位置のすべてに対応して設けられたマトリクス光スイッチが開示されている。このマトリクス光スイッチでは、反射ミラー52は、通常、光路の上方に退避されており、選択された位置の可動反射ミラー52(図5では、斜線で示した位置のアクチュエータに上下動される反射ミラー52)のみがアクチュエータ50により光路内に挿入されることにより、入力光路を通過するレーザ光束を反射して出力光路に導く。

【0004】また、Electrostatic Micro Torsion Mirrors for an Optical Switch Matrix(JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, VOL. 5, NO4, p231~p237, DECEMBER1996)には、図6に示すように、薄いポリシリコンのトーションバー54により光路の上方に軸支された平面ミラー56を、静電気力により上方に引き付けて光路から退避させる構成のマトリクス光スイッチが提案されている。

【0005】何れの構成のマトリクス光スイッチも、入力側の光ファイバからのレーザ光束を、入力側のカップリング用レンズにより平行光束に変換して入力光路に入射させ、該入力光路と交差する複数の出力光路のうちから選択した1つの出力光路の交差位置の反射ミラーによりレーザ光束を反射して出力光路に導き、該出力光路を通ったレーザ光束を出力光路の出力端で出力側のカップ

リング用レンズにより収束させて、出力側の光ファイバに入力する。

【0006】近年、光マイクロマシン技術の発達により、光マイクロマシン技術に用いるマトリクス光スイッチの重要性が増してきており、図6に示す光マイクロマシン技術用の光スイッチ等が提案されてきている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光マイクロマシン技術に用いるマトリクス光スイッチは、従来構成のマトリクス光スイッチに比べて非常にサイズが小さいため、応答レスポンスが悪くなりやすく、また、反射ミラーの光反射率が低下しやすく寿命が短い、という問題がある。

【0008】そのため、本発明では、応答レスポンスが良好で、反射ミラーの光反射率が低下し難く、寿命の長いマトリクス光スイッチを提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、外部から入力されたレーザ光束を入力光路に導く少なくとも1つの入力ポートと、前記入力光路を伝播するレーザ光束を反射或いは通過させて出力光路に導く選択的反射手段と、前記選択的反射手段により反射或いは通過されたレーザ光束が伝播する出力光路の終端に設けられた出力ポートと、を備え、少なくとも前記入力光路、前記選択的反射手段、及び、前記出力光路を筐体内部が真空で、かつ、密閉した筐体の内部に設けたことを特徴としている。

【0010】すなわち、本発明者らは、マトリクス光スイッチにおいて応答レスポンスが悪くなり、寿命を短くする原因として、以下の3つの要因を発見した。

(1) 大気中の水蒸気の付着

(2) 大気中の塵や埃などの異物による影響

(3) 空気抵抗の影響

まず、(1)の要因について述べる。大気中の水蒸気が反射ミラーと反射ミラーを支持する部分に付着して結露する現象が起きると、反射ミラーと反射ミラーを支持する部分とが結露した水の表面張力によって引き寄せられてしまうため、反射ミラーの駆動がスムーズに行えず、応答レスポンスが悪化する。

【0011】また、反射ミラーが大気中の酸素や水、及び結露した水により酸化されて反射ミラーが酸化・腐蝕し、反射ミラーの光反射率が低下させると共に、酸化・腐蝕した部分が反射ミラーの光学性能を変化させ、迷光発生の原因となる。

【0012】特に、マイクロマシンのマトリクス光スイッチでは、反射ミラーのサイズが非常に小さいので、一部でも反射ミラーが酸化・腐蝕すると、反射ミラーの光学特性が著しく悪化するので大きな問題である。この反射ミラーの光学特性の悪化はマトリクス光スイッチの寿

命を短くする原因にもなっている。

【0013】つぎに、(2)の要因について述べる。大気中に浮遊する塵や埃などの異物がマトリクス光スイッチ内に入り込むと光路を伝播中のレーザ光束が散乱されて出力ポートに導かれるレーザ光束の光強度が減少する。それだけでなく、発生した迷光が他の出力ポートに入り込んで誤動作を起こす原因となる恐れもある。

【0014】特に、この問題は、マイクロマシン用のマトリクス光スイッチが微小であるためにマトリクス光スイッチの寸法に対して塵や埃の寸法が相対的に大きくなるので、微量の塵や埃であってもマトリクス光スイッチの光学特性に大きな影響を及ぼしてしまい、深刻である。

【0015】また、塵や埃が反射ミラーと反射ミラーを支持する部分との間に入り込んで反射ミラーの駆動性能を悪化させると言う恐れもある。

【0016】さらに、(3)の要因について述べる。マイクロマシン用のマトリクス光スイッチは微小であるため、空気抵抗を大きく受けてしまう。この空気抵抗によって反射ミラーにかかる負荷が大きくなり、駆動性能が低下し、応答レスポンスが悪化することとなる。

【0017】以上のことから請求項1の発明では、少なくとも入力光路、選択的反射手段、及び出力光路を内部が真空の密閉した筐体内に設けて、入力光路、選択的反射手段、及び出力光路が外部環境から遮断することにより、外部環境からの影響を受けにくくしている。

【0018】すなわち、大気中の水蒸気、塵や埃などの異物が筐体内に入り込む恐れがないので、水蒸気が選択的反射手段に付着して選択的反射手段を構成する(例えば反射ミラーなどの)反射部を酸化・腐蝕したり、光学性能を悪化させたり、選択的反射手段に付着して選択的反射手段の駆動を妨害するのを防止できる。そのため、マトリクス光スイッチを常に安定した光学特性に維持できるだけでなく、良好な駆動性能を長い期間維持させることができる。

【0019】また、筐体内は真空状態が維持されているので、選択的反射手段が空気抵抗の影響を受けず、よって空気抵抗による選択的反射手段の駆動性能の低下も発生せず、応答レスポンスが良好で、寿命の長いマトリクス光スイッチとなる。

【0020】なお、前記筐体内を真空にするには、真空チャンバー内でマトリクス光スイッチを組み立てる方法、及び、筐体内を密閉した後、予め筐体に設けた流通路を介して筐体内を真空引きした後、流通路を塞ぐ方法などにより行うことができる。

【0021】なお、前記入力光路を伝播するレーザ光束を出力光路に導く選択的反射手段は、入力光路上に反射面を配置してレーザ光束を反射してレーザ光束の伝播方向を変えて出力光路に導くものでもよいし、入力光路から反射面を退避させてレーザ光束を通過させ、レーザ光

束の伝播方向を変えずに出力光路に導くものでもよい。更に、1つの入力光路に対して複数の選択的反射手段が設けられている場合、複数の選択的反射手段は、選択された1つの選択的反射手段がレーザ光束を反射し、その他の選択的反射手段が入力光路から退避してレーザ光束を通過させることによりレーザ光束を出力光路に導くように制御される。

【0022】また、選択的反射手段は、光路から退避した位置にレーザ光の伝搬方向と交差しないように設けられた回転軸部材と、前記回転軸部材に軸支されて回転可能に設けられ、対応する入力光路から入力されたレーザ光が対応する出力光路に導かれるようにレーザ光を反射するものとすることができる。なお、回転軸部材は、光路の上方で光路に平行になるように設けたり、垂直になるように設けることができる。また、回転軸部材は、光路の側方の光路から退避した位置に光路に平行になるように設けたり、垂直になるように設けることも可能である。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。図1に示すように、本実施の形態のマイクロマシン用のマトリクス光スイッチ10は、上蓋11aと本体部12aとにより形成されるパッケージ32a、反射機構16(図1では、反射ミラー(すなわち、反射機構16の反射面)のみ図示する。)から構成されている。なお、パッケージ32aは本発明の筐体に相当し、反射機構16は、本発明の選択的反射手段に相当する。

【0024】パッケージ32aを構成する上蓋11a及び本体部12aのそれぞれの周縁部には、光ファイバ端部の外周面を挟持して入力ポート又は出力ポートを形成するための複数の切欠きが形成されている。

【0025】これらの切欠きにより、本体部12aに上蓋11aを載置したときにパッケージ32aの側面に開口が形成される。この開口により入力側光ファイバ20a～20dの端部の外周面又は出力側光ファイバ22a～22hの端部の外周面が保持されて入力側光ファイバ20a～20d及び出力側光ファイバ22a～22hとマトリクス光スイッチが一体化される。

【0026】なお、上蓋11a、本体部12a、入力側光ファイバ20a～20dの端部の外周縁及び出力側光ファイバ22a～22hの端部の外周縁はシール剤14によりシールされており、密閉したパッケージ32aとなっている。

【0027】反射機構16は、複数の入力光路と複数の出力光路の全ての交差位置の光路の上方に設けられており、通常は光路から退避した位置に反射面を配置してレーザ光束を通過させるが、図示しない制御部により選択されると、レーザ光束の光路中に反射面を配置してレーザ光束を反射して光路を変更し、対応する出力ポートに



導く。なお、図示しないが制御部はマトリクス光スイッチの光路変更状態を制御するものであり、特定の位置の反射機構16を選択し反射ミラー（反射面）を光路上に配置させることによりレーザ光束の伝播方向を変更している。

【0028】このように、上蓋11a、本体部12a、入力側光ファイバ20a～20dの端部の外周縁及び出力側光ファイバ22a～22hの端部の外周縁はシール剤14によりシールされているため、大気中の水蒸気や塵や埃が反射機構16に付着することがない。従って、常に良好な応答レスポンスを得ることができ、反射機構16の反射面の酸化や腐蝕を抑えることができ、反射面の寿命を延ばすことができる。

【0029】また、大気中の塵や埃がパッケージ32aの内部に入り込むことがないので、パッケージ32a内を伝播するレーザ光束が散乱されるのを防止できる。

【0030】なお、このマイクロマシン用のマトリクス光スイッチ10は、組み立て時に、例えば、 $1.0 \times 10^{-3}$  Pa以上1.0 Pa以下程度の真空度にしたチャンバー内で組み立てて密封することにより、パッケージ32a内の真空度を例えば、 $1.0 \times 10^{-3}$  Pa以上1.0 Pa以下程度としている。

【0031】本実施の形態とのマトリクス光スイッチの性能を確認したところ、挿入損失、消光比ともに $\pm 1$  dB程度以内であった。このマトリクス光スイッチを約4年間の使用した後、再び挿入損失、消光比を計測したところ、共に $\pm 1$  dB程度以内であり、スイッチの応答速度も殆ど変わらなかった。

【0032】これに対して、比較例として、パッケージを密閉せずに大気パッケージ内を出入りできるように構成した従来のマトリクス光スイッチは、挿入損失が15 dB程度、消光比は60 dB程度であった。さらに、従来のマトリクス光スイッチを2年間使用して再び挿入損失、消光比を計測したところ、反射ミラーの腐蝕・曇化により、挿入損失が20 dBに増大し、消光比も30 dB程度にまで低下していた。

【0033】また、従来のマトリクス光スイッチでは、スイッチの応答速度は、5 ms (200 Hz) 程度までが限度であったが、本実施の形態のマトリクス光スイッチでは、3.3 ms (300 Hz) 程度までの応答速度が実現できた。

【0034】なお、以上述べたマトリクス光スイッチは、上蓋11aと本体部12aとがほぼ対称的な形状であるため、上蓋11aと本体部12aとの両方に切欠きを設けて、光ファイバ端部を挟んで保持する構成について述べたが、本発明はこの構成に限定しない。

【0035】例えば、図2に示すように、本体部12bの一方側のみに光ファイバの直径と同程度又は光ファイバの直径よりも長い深さを持つ切欠きを設け、平板状に構成した上蓋11bを載置して、本体部12bと光ファイバ

端部とをシール剤14密着させるとともに、上蓋11bと、本体部12b及び光ファイバ端部の上方領域とをシール剤14により密着させることにより密閉したパッケージa32bを用いることができる。

【0036】また、別の構成として、図3に示すように、箱状に形成した本体部12cの側面に予め光ファイバの直径より若干大きめの開口を設けておき、光ファイバの端部を前記開口に挿入した状態でシール剤14によりシールして固定した後、平板状に構成した上蓋11bと本体部12cの開口縁部とをシール剤14により密着させることにより密閉したパッケージa32cを用いることができる。

【0037】更に、別の構成として、図4に示すように、複数の柱状部材18により入力光路と出力光路とを規定したパッケージ32dを用いてもよく、この場合、パッケージ32d内の真空度を高くしても複数の柱状部材18がパッケージ32dの上面と下面とを支えるので、パッケージ32dが歪むのを防止できるという効果がある。

【0038】また、図1～図3のマトリクス光スイッチでは、レーザ光束の光路の上方に反射機構16を設けた構成としているが、図4に示すように、入力光路と出力光路近傍の光路から退避した位置に、レーザ光束の伝播に影響しないように反射機構16を設けることもできる。

【0039】なお、図4では、入力光路と出力光路近傍の光路から退避した位置に回転軸24を立設して設け、該回転軸24の回転により反射ミラーなどの反射部材26を入力光路中に配置してレーザ光束を反射させて出力光路に導いたり、反射部材26を光路から退避した位置に配置してレーザ光束を通過させたりしている。

【0040】なお、以上は全て組み立て時に、例えば、 $1.0 \times 10^{-3}$  Pa以上1.0 Pa以下程度の真空度にしたチャンバー内で組み立てて密封する場合が前提であるが、例えば、蓋又は本体のいずれか一方に予め一端部が開口するチューブを設けておき、全ての組立てが終了した後に、チューブの他端部を真空引き装置に繋げてチューブを介してパッケージ32a～32d内を真空引した後、チューブを切断してチューブ端部の開口を閉塞することによってもパッケージ32a～32d内が真空のマトリクス光スイッチを得ることが可能である。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、水蒸気、塵及び埃による種々の影響を抑え、応答レスポンスが良好で、空気抵抗の影響を受けず、寿命の長いマトリクス光スイッチが得られる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のマトリクス光スイッチの概略構成図である。

【図2】本発明の別の実施の形態のマトリクス光スイッ

チの概略構成図である。

【図3】本発明の更に別の実施の形態のマトリクス光スイッチの概略構成図である。

【図4】本発明の更に別の実施の形態のマトリクス光スイッチの概略構成図である。

【図5】従来のマトリクス光スイッチの概略を示す斜視説明図である。

【図6】従来のマトリクス光スイッチの反射装置の別の構成を示す説明図である。

【符号の説明】

10 マトリクス光スイッチ

11a~11c 上蓋

12a~12c 本体部

14 シール剤

16 反射機構

18 柱状部材

20a~20d 入力側光ファイバ

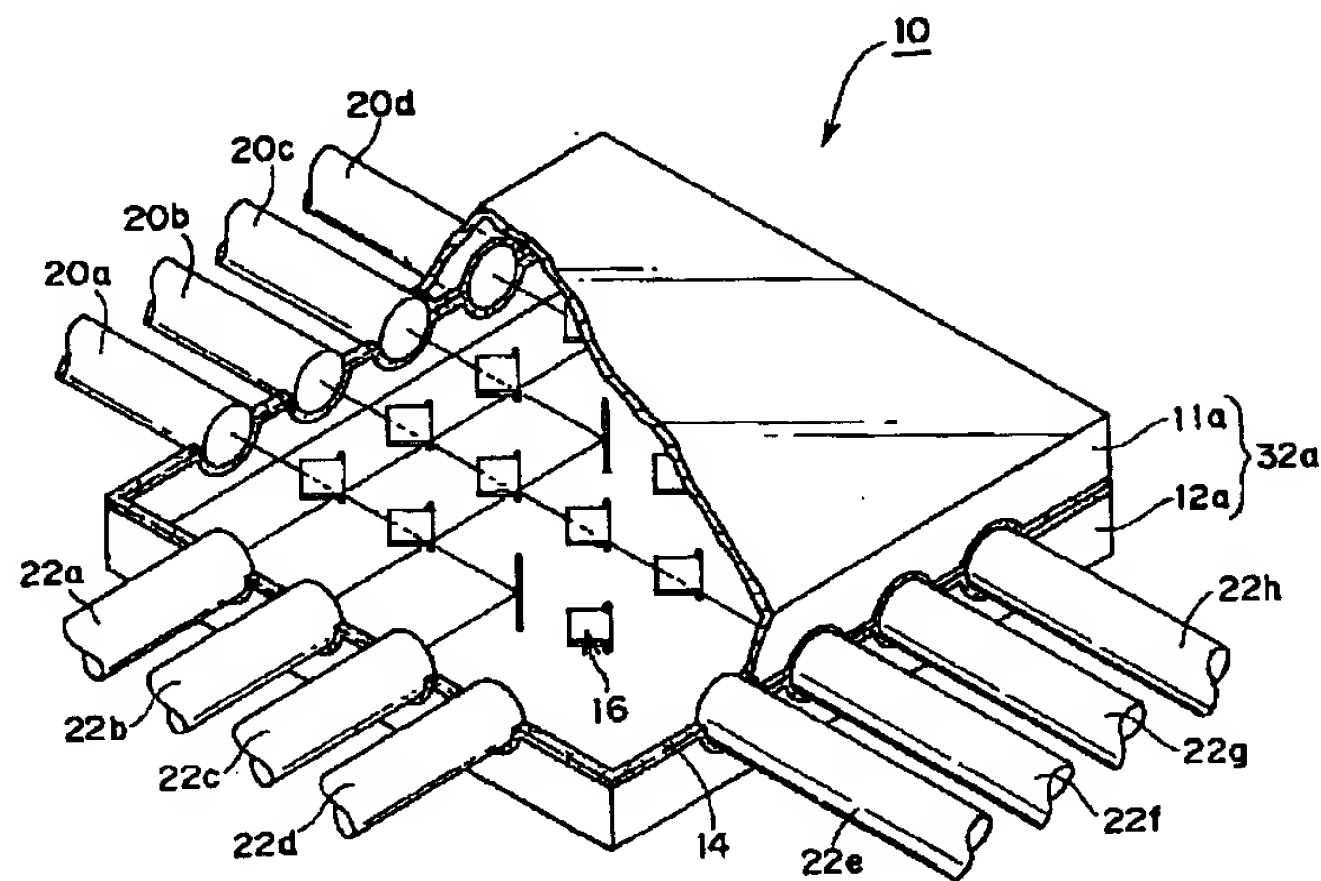
22a~22h 出力側光ファイバ

24 回転軸

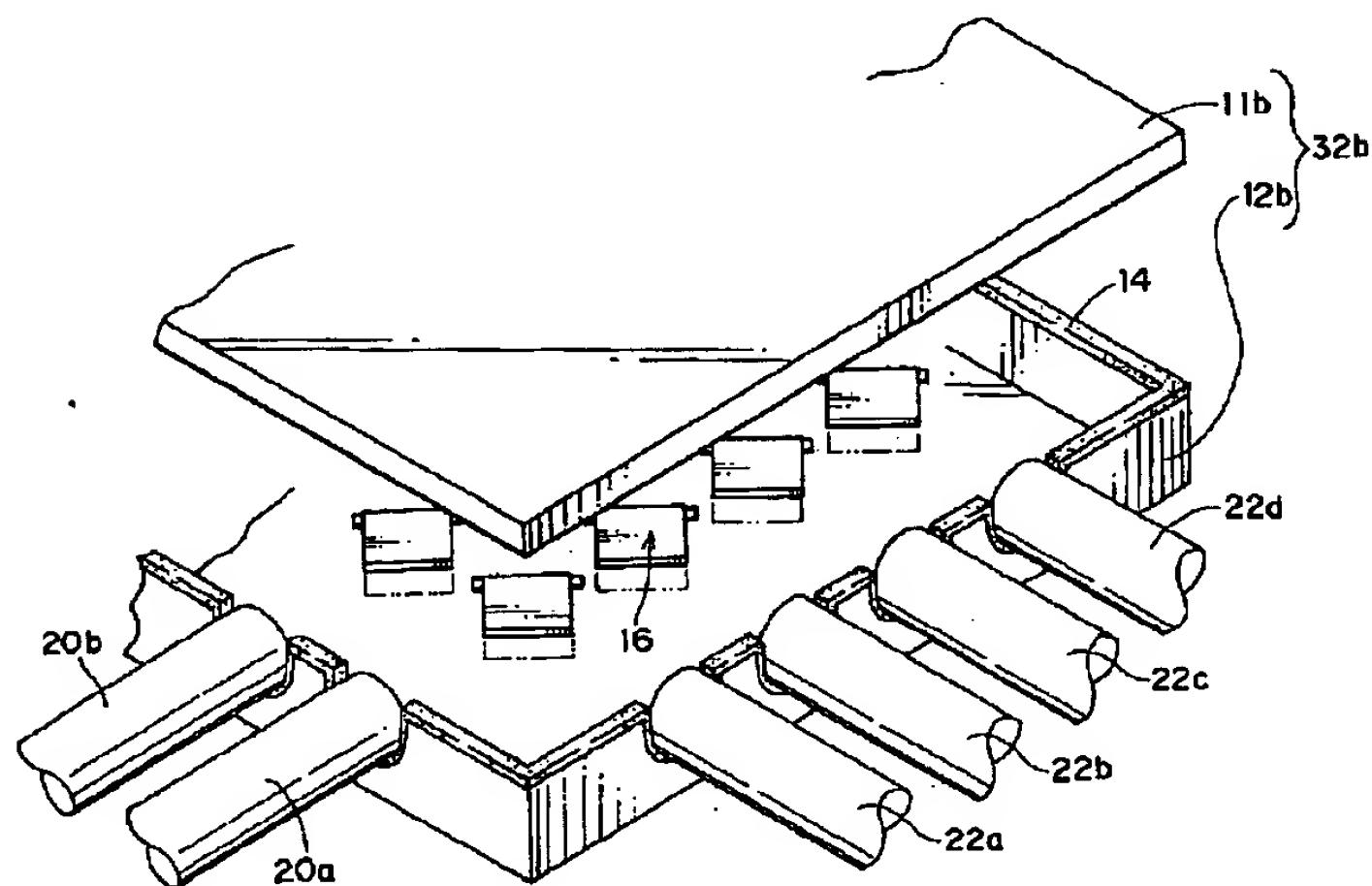
26 反射部材

32a~32d パッケージ

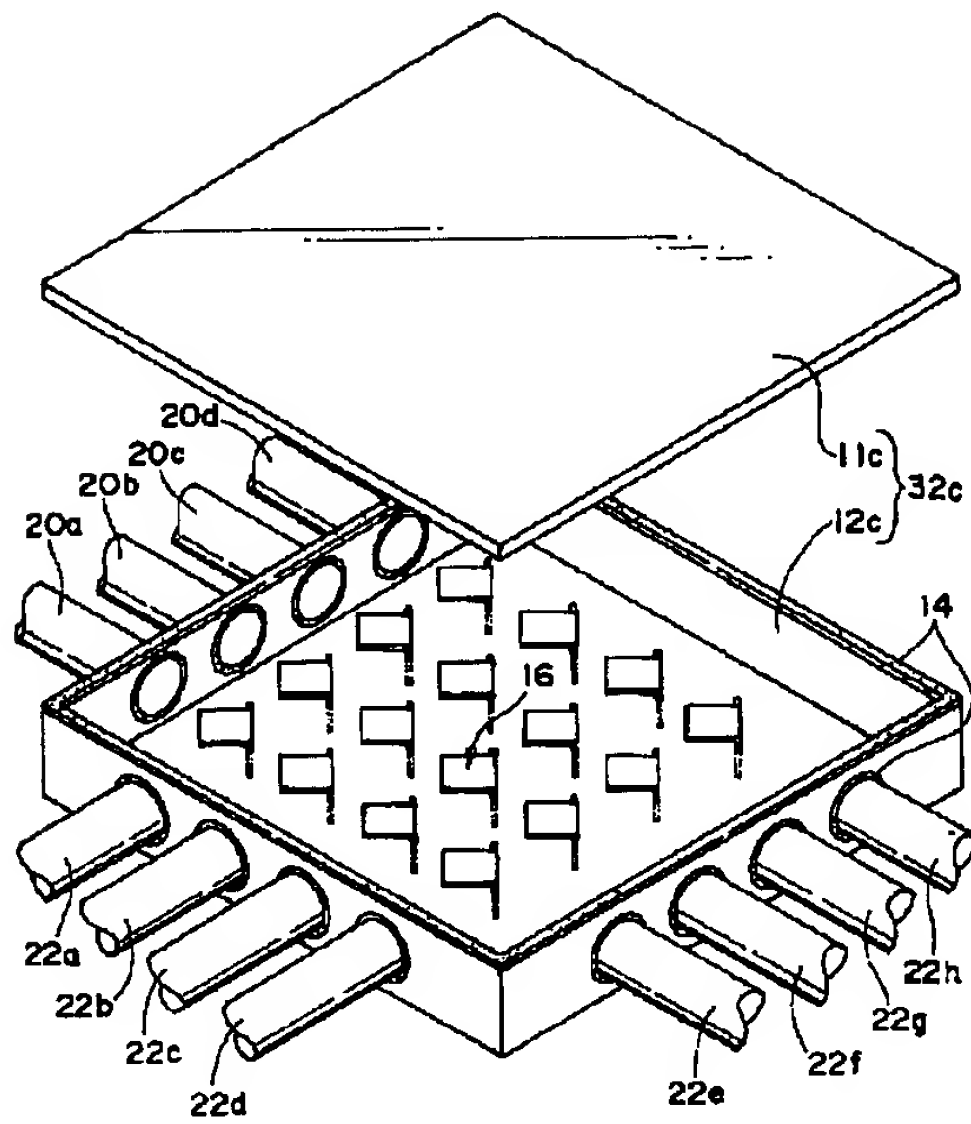
【図1】



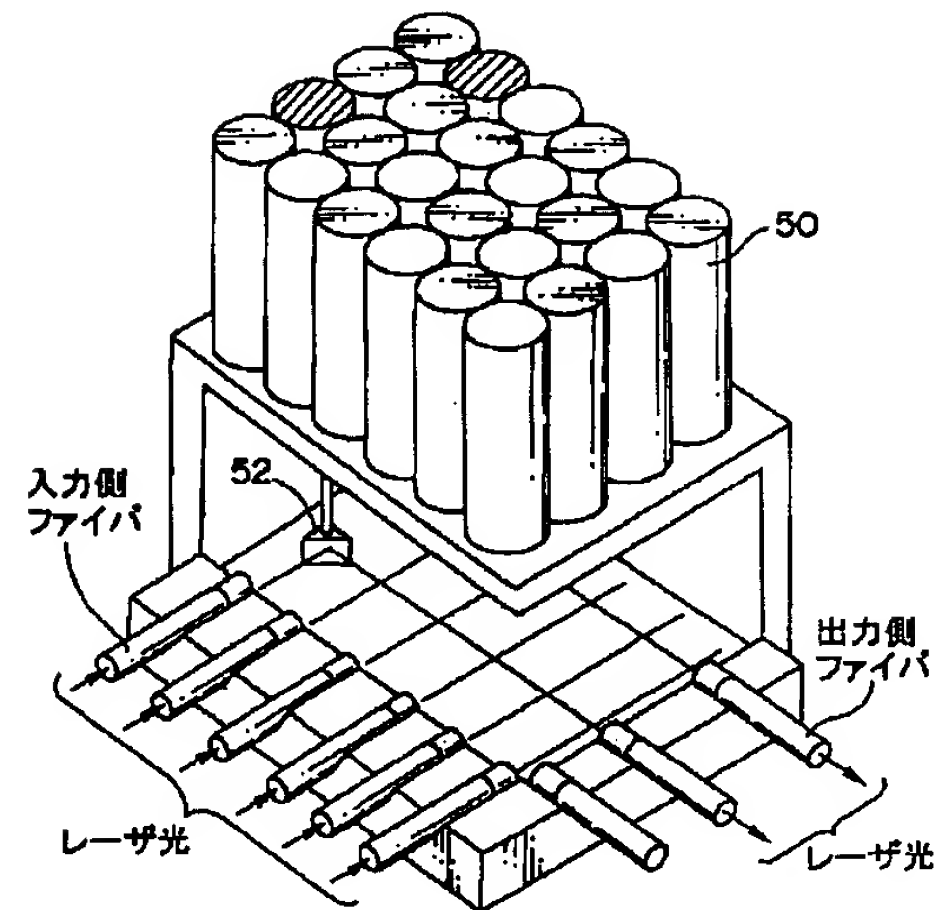
【図2】



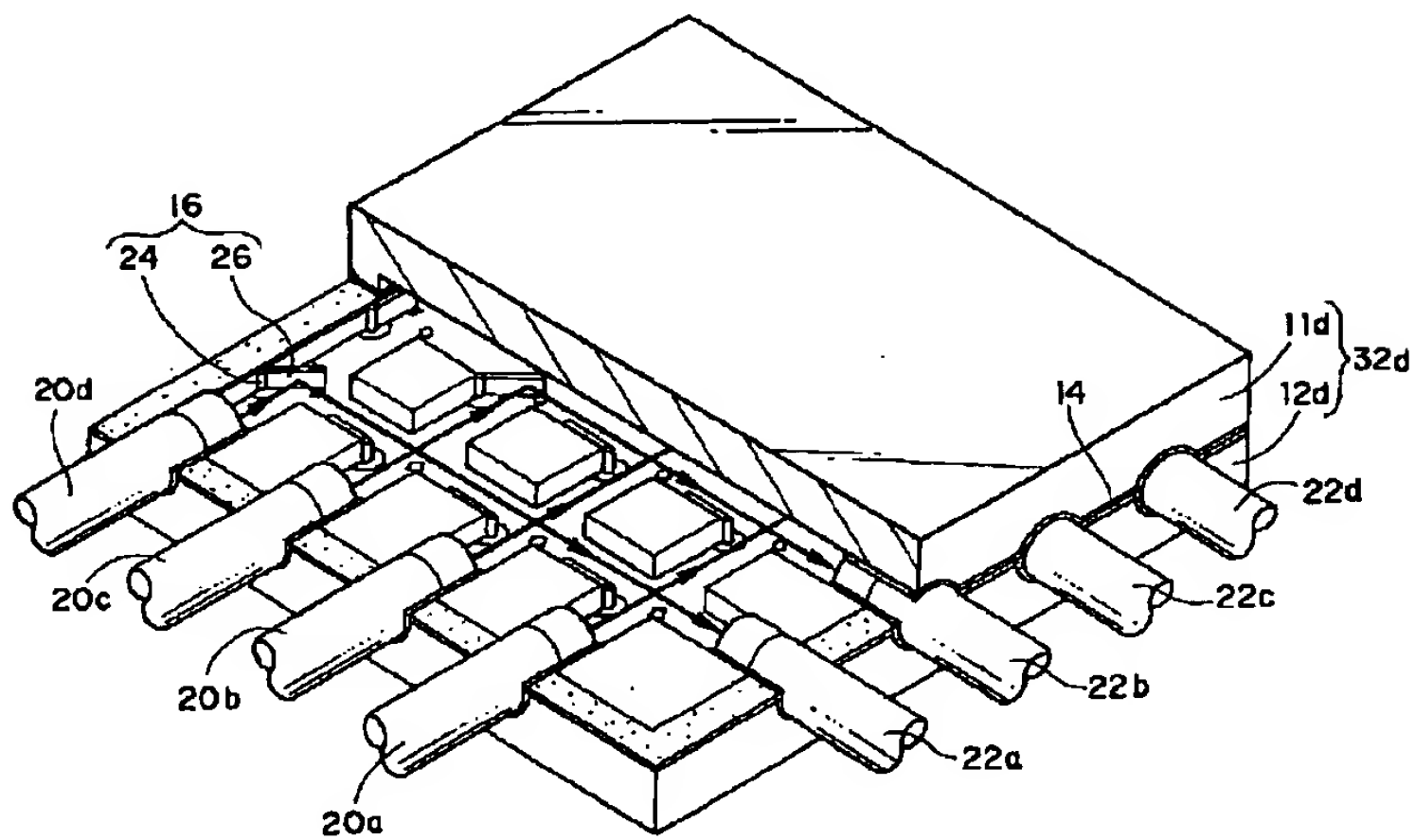
【図3】



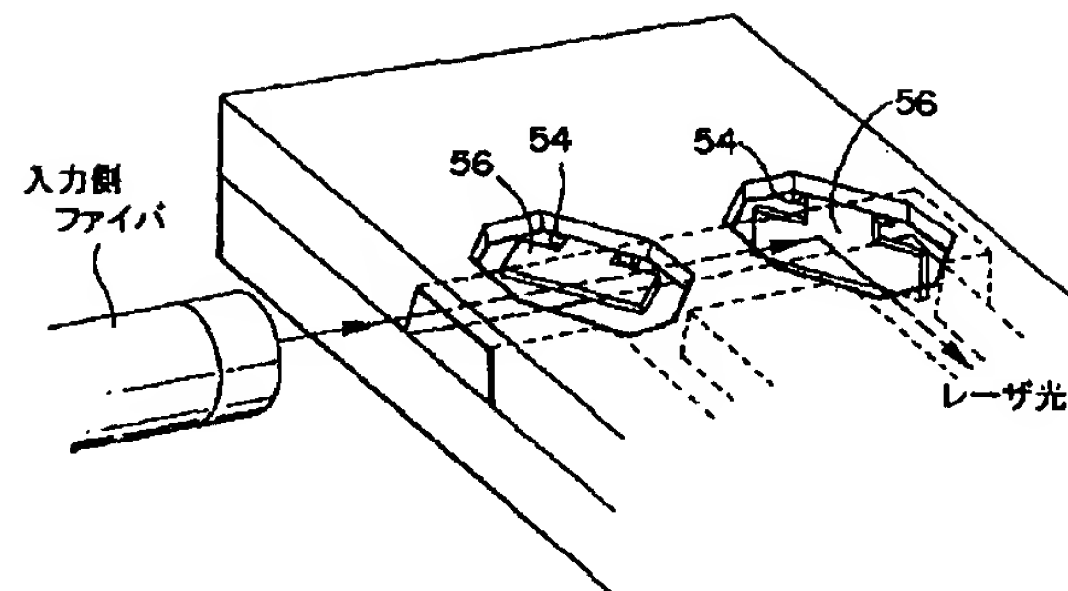
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 敏弘  
千葉県船橋市豊富町585番地 住友大阪セ  
メント株式会社新規技術研究所内

(72)発明者 竹村 安弘  
千葉県船橋市豊富町585番地 住友大阪セ  
メント株式会社新規技術研究所内  
Fターム(参考) 2H041 AA16 AA18 AB13 AC01 AZ02  
AZ06